

# 大田廉 論文内容の要旨

## 主 論 文

Development of Silicon-based Simulator for Thyroid Surgical Practice

甲状腺外科診療用シリコンベースのシミュレータ開発

大田 廉, 山本 郁夫, 小畑 智裕, 馬場 雅之, 松尾 直門,  
内田 史武, Murray Lawn, 松本 桂太郎, 永安 武

Sensors and Materials, 31(12):4215-4221, 2019

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻  
(主任指導教員：永安 武 教授)

## 緒 言

甲状腺疾患の診断には穿刺吸引細胞診（FNAC）は重要だが、甲状腺周囲には内頸静脈、総頸動脈、気管等が存在するため、若手の医師にとって修得が困難な手技である。しかし、頸部穿刺練習用としての精巧なシミュレータは存在しない。また、頸部以外の部位での超音波検査や穿刺のシミュレータは存在するが、その保管方法や使用感には未だ多くの問題を抱えている。

このため我々は、CT 撮像データを元に 3D プリンタを用いた人体構造の立体化を実現したうえで、シリコンと細微粒子を混入した材料で造形することにより、精巧且つ保管方法に特化した頸部・甲状腺の超音波検査用シミュレータを開発し、その性能を評価した。

## 対象と方法

シリコンの母材選定及びグレースケール調査の為、下記の実験を行った。

## 母材選定

3D プリンタにより製作した 2cm 立方の型に硬度の異なる 3 種類のシリコンを注型

し、シリコン試験片の超音波測定を行った。試験片は水槽内に固定したうえで、周波数 7.5MHz～10MHz のリニア式プローブを使用し、水中で測定した。また、エコーバックを防ぐためにプローブから試験片までの距離を X とすると試験片から水中底面までの距離は 4 X ～ 6 X で測定を行った。

#### グレースケールの調整

選定したシリコン母材に細微粒子であるアルギン酸ナトリウム、リン酸カルシウム、グルコノラクトンの割合を変えて測定を行った。

#### 頸部モデルの造形

精巧なモデルを作製するため、CT 撮像より抽出したデータを編集し型設計を行った。この型を 3D プリンタにより製作し、部位毎にシリコン硬度及び細微粒子を設定し注型のうえ造形した。

### 結 果

#### 母材選定

硬度の違いにより縦横比の違いを確認し、最も 2cm 立方に近いシリコンを母材として選定した。血管と腫瘍の再現に硬度が必要となる為、高硬度のシリコンを母材とした。高硬度のシリコンにおいては、測定誤差を考慮し、モデルのスケールを 86%にて造形した。

#### グレースケールの調整

シリコンの量に対して、混入する細微粒子割合を 1.0%以下とした場合、混入量が少なく濃淡をはっきり検知することができなかった。また、10%を越えると沈殿現象が生じ、飽和状態を確認した。本実験により混入率 1.5%～9.5%を本開発での有効範囲とした。

#### 造形した頸部モデルの超音波測定

造形した頸部モデルを超音波測定した結果、エコー透過可能距離は 2cm であったが、部位の境界面及びグレースケールの差は認識可能であった。穿刺時の超音波測定では、針先は認識可能であるうえ、針の痕跡はほとんど認められず、穿刺時の超音波測定の状態が人体に近似していることが確認できた。

### 考 察

本研究では実験により、シリコン及び細微粒子の有効性が確認できた。シリコンで製作することによりオイルブリードは発生するものの、現在普及しているシミュレータと比較して保管性に優れていた。また、エコー透過可能距離は 2cm までだったが、穿刺の感覚は人間に近く、穿刺後の後も残りにくいため、甲状腺疾患に対する穿刺吸引細胞診の練習用シミュレータとして有効かつ実用的であると考えられる。